

Docket No.: 50063-064

#2
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :

Junichi SHIOMI, et al. :

Serial No.: :

Group Art Unit:

Filed: March 04, 2002 :

Examiner:

For: DETECTION OF AN END POINT OF POLISHING A SUBSTRATE



**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application Number 2001-076055, March 16, 2001

cited in the Declaration of the present application. A Certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MODERMOTT, WILL & EMERY

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Becker".

Stephen A. Becker
Registration No. 26,527

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 SAB:kjw
Date: March 4, 2002
Facsimile: (202) 756-8087

Hiroki Fujimoto et al
March 4, 2002

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-076055

出 願 人

Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

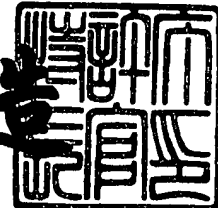


CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3098595

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA01D956

【提出日】 平成13年 3月16日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/304

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
 1 大日本スクリーン製造株式会社内

 【氏名】 塩見 順一

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
 1 大日本スクリーン製造株式会社内

 【氏名】 藤本 博己

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
 1 大日本スクリーン製造株式会社内

 【氏名】 西原 栄治

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
 1 大日本スクリーン製造株式会社内

 【氏名】 今村 淳志

【特許出願人】

 【識別番号】 000207551

 【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100096817

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 五十嵐 孝雄

 【電話番号】 052-218-5061

【選任した代理人】

【識別番号】 100097146

【弁理士】

【氏名又は名称】 下出 隆史

【選任した代理人】

【識別番号】 100102750

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 浩

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007847

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9502072

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板の研磨終点検出

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の研磨終点を検出する装置であって、
前記基板の研磨対象表面の 2 次元画像を取得する撮像部と、
前記 2 次元画像を解析することによって、前記 2 次元画像に関する所定の特徴量を算出する画像特徴量算出部と、
前記画像特徴量を利用して前記基板の研磨終点を判定する研磨終点判定部と、
を備えることを特徴とする研磨終点検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の研磨終点検出装置であって、
前記画像特徴量は、前記 2 次元画像の情報量を示すエントロピを実質的に表すエントロピ指標値である、研磨終点検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の研磨終点検出装置であって、
前記画像特徴量は、前記 2 次元画像の画素値同士の差分に関する統計量を実質的に表す差分統計量指標値である、研磨終点検出装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の研磨終点検出装置であって、

前記研磨終点判定部は、前記画像特徴量が所定のしきい値に達した時点を前記研磨終点であると判定する、研磨終点検出装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の研磨終点検出装置であって、

前記研磨終点判定部は、前記画像特徴量が所定のしきい値に達した第 1 の時点を判定するとともに、前記第 1 の時点から所定の時間だけ研磨を継続した後の第 2 の時点を前記研磨終点であると判定する、研磨終点検出装置。

【請求項 6】 基板の研磨終点を検出する方法であって、
前記基板の研磨対象表面の 2 次元画像を取得する工程と、
前記 2 次元画像を解析することによって、前記 2 次元画像に関する所定の特徴量を算出する工程と、
前記画像特徴量を利用して前記基板の研磨終点を判定する工程と、

を備えることを特徴とする研磨終点検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体ウェハや液晶表示装置用のガラス基板などの各種の基板の上に形成された薄膜の研磨工程において、その研磨工程の適切な終点を検出するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスや液晶パネルの製造の際には、基板の上に薄膜を形成する膜形成工程と、その薄膜を研磨して適正な膜厚を得るための研磨工程とが頻繁に利用される。研磨工程では、研磨によって適切な膜厚が得られた時点で研磨を停止することが要求される。このため、従来から、研磨の終点を検出するための種々の技術が提案されている。なお、この明細書においては、薄膜が形成された基板全体を指して、単に「基板」と表現する場合がある。

【0003】

例えば、特開平9-131663号公報には、摩擦力に基づく研磨終点の検出技術が開示されている。この技術では、研磨が進行して薄膜の下地層が出現すると、基板と研磨パッドの摩擦力が変化して基板の回転に要するトルクが変化するので、これを回転モータの電流変化として検知して研磨終点を検知する。

【0004】

また、特許第3001051号には、光の反射率に基づく研磨終点の検出技術が開示されている。この技術では、基板表面にレーザ光を照射し、反射率の変化を測定することによって、研磨終点を検知する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、摩擦力に基づく研磨終点の検出技術では、基板の表面全体による摩擦力を平均的に評価するので、基板表面の種々の場所における研磨の不均一性を検知することができないという問題があった。また、光の反射率に基づく終点検出

技術においては、光スポットが当たる微少な位置の状態を検出しているので、広い面積における研磨状態を検出するのが困難であるという問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、摩擦力や光の反射率とは異なる原理を用いて研磨終点を検出することのできる技術を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記目的を達成するために、本発明の装置は、基板の研磨終点を検出する装置であって、前記基板の研磨対象表面の 2 次元画像を取得する撮像部と、前記 2 次元画像を解析することによって、前記 2 次元画像に関する所定の特徴量を算出する画像特徴量算出部と、前記画像特徴量を利用して前記基板の研磨終点を判定する研磨終点判定部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

この装置では、基板表面において撮像された 2 次元画像は、研磨状態に応じて変化する。従って、その画像特徴量を利用すれば、適切な研磨終点を検出することが可能である。

【 0 0 0 9 】

なお、前記画像特徴量としては、前記 2 次元画像の情報量を示すエントロピを実質的に表すエントロピ指標値を用いることができ、あるいは、前記 2 次元画像の画素値同士の差分に関する統計量を実質的に表す差分統計量指標値を用いることができる。

【 0 0 1 0 】

これらの特徴量を利用すれば、研磨終点をかなり正確に検出することが可能である。

【 0 0 1 1 】

また、前記研磨終点判定部は、前記画像特徴量が所定のしきい値に達した時点を前記研磨終点であると判定してもよい。あるいは、前記画像特徴量が所定のしきい値に達した第 1 の時点を判定するとともに、前記第 1 の時点から所定の時間

だけ研磨を継続した後の第 2 の時点を前記研磨終点であると判定するようにしてもよい。

【 0 0 1 2 】

このような判定方法を用いることによって、基板の研磨方法に応じた適切な研磨終点を検出することが可能である。

【 0 0 1 3 】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、基板の研磨終点の検出方法および装置、それを用いた研磨方法および装置、それらの各種の方法または装置の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、そのコンピュータプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号、等の態様で実現することができる。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 装置の構成：

B. 実施例の処理手順：

C. 変形例：

【 0 0 1 5 】

A. 装置の構成：

図 1 は、本発明の一実施例としての研磨装置 1 0 0 の構成を示す説明図である。この研磨装置 1 0 0 は、研磨パッド 1 0 と、研磨パッド 1 0 を回転させるための第 1 のモータ 1 2 と、半導体ウェハ W F を保持して研磨パッド 1 0 上に押し当てるためのウェハ保持部 2 0 と、ウェハ保持部 2 0 を回転させるための第 2 のモータ 2 2 とを備えている。また、研磨装置 1 0 0 は、ウェハ表面の画像を撮影するための撮像部 3 0 と、ウェハ表面を照明するための単色光源 3 2 と、装置全体の制御を行うためのコンピュータ 4 0 とを備えている。コンピュータ 4 0 には、画像データやコンピュータプログラムを格納するための外部記憶装置 5 0 が接続されている。

【 0 0 1 6 】

コンピュータ 4 0 は、画像特徴量算出部 4 2 と、研磨終点判定部 4 4 と、の機能を有している。これらの各部の機能は、外部記憶装置 5 0 に格納されたコンピュータプログラムをコンピュータ 4 0 が実行することによって実現される。なお、撮像部 3 0 とコンピュータ 4 0 とは、研磨終点検出装置を構成している。

【 0 0 1 7 】

ウェハ表面の画像を撮像する場合には、ウェハ保持部 2 0 に保持されたウェハ W F が、図示しない移動機構によって所定の撮像位置に移動する。また、研磨を行う場合には、同じ移動機構によってウェハ W F が研磨位置まで移動する。

【 0 0 1 8 】

図 2 は、本実施例における 2 段階の研磨工程を示す説明図である。図 2 (A) では、半導体ウェハの酸化物層上に、比較的薄い T a N 層が形成されている。また、この T a N 層の上に、比較的厚い C u 層（配線層）が形成されている。なお、酸化物層には、配線溝が形成されている。T a N 層は、C u （配線金属）が酸化物層に拡散するのを防止するストッパ膜としての機能を有している。

【 0 0 1 9 】

第 1 の研磨工程では、所定の第 1 の化学研磨剤を用いて C u 層を研磨する。この第 1 の研磨工程は、T a N 層の表面が現れるまで行われる。第 2 の研磨工程では、第 1 の研磨工程とは異なる第 2 の化学研磨剤を用いて T a N 層を研磨する。この第 2 の研磨工程は、酸化物層の表面が現れるまで行われる。この結果、酸化物層に形成された配線溝の中にのみ C u 層が存在するような配線パターンが得られる。

【 0 0 2 0 】

このような 2 つの研磨工程は、いずれも化学研磨剤を用いるので、CMP (Chemical Mechanical Polishing) と呼ばれている。なお、2 つの研磨工程には、異なる研磨剤が用いられるので、通常は、別々の研磨装置が使用される。以下に説明する本実施例の研磨終点の検出処理は、これらの 2 つの研磨工程のそれぞれにおいて実行される。但し、これらの 2 つの研磨工程の一方においてのみ、本実施例を適用してもよい。

【 0 0 2 1 】

B. 実施例の処理手順：

図 3 は、実施例の処理手順を示すフローチャートである。ステップ S 1 では、図 2 (A) に示すように薄膜 (T a N 層, C u 層) を形成する。ステップ S 2 では、研磨装置 1 0 0 (図 1) を用いて一定時間研磨を行う。ステップ S 3 では、半導体ウェハ W F を撮像位置に移動させ (図 1)、撮像部 3 0 によって 2 次元の多階調モノクロ画像 (以下、単に「グレー画像」と呼ぶ) を読取る。グレー画像を読取る際には、ウェハ W F の表面が単色光源 3 2 で照明される。単色光源 3 2 としては、研磨工程が進行するにつれて、グレー画像のコントラストが明瞭に変化するような波長の光源が利用される。この単色光源 3 2 の光の波長は、ウェハ表面の薄膜の光学定数や厚みを考慮して実験的に決定される。

【 0 0 2 2 】

なお、グレー画像は、半導体ウェハ W F の少なくとも 1 カ所において読取られる。但し、薄膜の形成状態 (厚みや配線パターンなど) の異なる複数箇所においてグレー画像をそれぞれ読取ることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

ステップ S 4, S 5 では、画像特徴量算出部 4 2 (図 1) が、ウェハ表面のグレー画像を解析することによって所定の画像特徴量を算出する。この処理内容については後述する。ステップ S 5 では、研磨終点判定部 4 4 が、画像特徴量を用いて、所望の研磨終点に達しているか否かを判定する。こうして、研磨終点に達するまでステップ S 2 ~ S 5 が繰り返される。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、研磨工程におけるウェハ断面と、ウェハ表面のグレー画像の変化の様子を示す説明図である。図 4 (A) の上部に示すように、研磨前には C u 層が比較的厚く形成されているが、C u 層の表面には T a N 層の配線溝の痕跡である小さな溝が残っている。このため、図 4 (A) の下部に示すように、ウェハ表面のグレー画像はこの溝の画像部分を含んでいる。

【 0 0 2 5 】

研磨を行って図 4 (B) に示すように C u 層が平坦化されると、濃淡の少ないほぼ一様なグレー画像が撮像される。さらに研磨が進み、C u 層の厚みが十分薄

くなると、下地にある配線溝の形状（配線パターン）が透けて見えようになる。このため、図4（C）の下部に示すように、グレー画像の配線パターン部分の明度と、その他の部分の明度とに差異が現れる。TaN層の上にあるCu層がすべて研磨された適正研磨状態では、図4（D）に示すように、グレー画像の配線パターン部分がかなり明瞭に現れる。但し、研磨が過剰になると、図4（E）に示すように、グレー画像のコントラストが過剰になる傾向にある。

【0026】

画像特徴量算出部42は、このような研磨状態とグレー画像との関係を前提として、適正な研磨終点を検出するための所定の画像特徴量を算出する。画像特徴量としては、例えば次の（1）式で与えられるグレー画像のエントロピH1を使用することができる。

【0027】

【数1】

$$H1 = - \sum_{i=0}^{255} h(i) \times \ln[h(i)] \quad \dots(1)$$

【0028】

ここで、iはグレー画像の各画素の画素値（0～255）であり、h（i）は画素値がiである画素数の頻度を表すヒストグラムである。また、演算子ln[]は自然対数を取る演算を意味している。なお、ヒストグラムh（i）は、その積算値が1になるように規格化した値（すなわち画素値iの出現確率）である。このエントロピH1は、グレー画像を情報源と考えたときに、その情報量を示す指標値である。従って、エントロピH1は、グレー画像内の画素値の変化が大きいほど大きな値となる傾向にある。適正研磨状態（図4（D））では、グレー画像内の画素値の変化も大きいので、このエントロピH1を用いて適正な研磨終点を検出することが可能である。なお、上記（1）式において、自然対数ln[]の代わりに、底が2である対数log₂ []を用いてもよい。

【0029】

また、上記エントロピH1の代わりに、次の（2a）、（2b）式で与えられ

るファジーエントロピH2を用いることも可能である。

【0030】

【数2】

$$H2 = \frac{1}{M \times N \times \ln 2} \sum_{i=0}^{255} Te(i) \times h(i) \quad \dots(2a)$$

$$Te(i) = -\mu(i) \times \ln[\mu(i)] - \{1 - \mu(i)\} \times \ln[1 - \mu(i)] \quad \dots(2b)$$

ここで、

$$\mu(x) = 0 \quad x \leq a$$

$$\mu(x) = 2 \frac{x-a^2}{c-a} \quad a < x \leq b$$

$$\mu(x) = 1 - 2 \frac{x-a^2}{c-a} \quad b < x \leq c$$

$$\mu(x) = 1 \quad c \leq x$$

$$0 \leq a < b < c \leq 255 \quad \text{かつ} \quad b = \frac{a+c}{2}$$

【0031】

なお、M×Nはグレー画像のサイズ（画素数）である。Te(i)はファジー集合を定義するファジーメンバー関数であり、その形状は(2b)式で与えられる。本実施例では、ファジーメンバー関数Te(i)の形を規定する係数a, b, cとして、a=0, b=127.5, c=255を用いる。このファジーエントロピH2も、グレー画像の情報量を示す指標値としての意味を有している。

【0032】

図5は、研磨実験を行って得られた2種類のエントロピH1, H2の時間変化を示すグラフである。エントロピH1は、時刻t0において最大値H1maxに達した。また、ファジーエントロピH2も、時刻t0において最大値H2maxに達した。適正な研磨状態は、それから時間Δt1だけ経過した後の時刻t1であった。

【0033】

このような実験結果から、以下のようないくつかの方法に従って適正な研磨状態を判定することが可能である。

【0034】

(C1) エントロピ H_1 (または H_2) がその最大値に達した時点 t_0 から所定の時間 Δt_1 だけ経過した後に、適正な研磨状態に達するものと判定する。

(C2) エントロピ H_1 (または H_2) がその最大値に達した時点でほぼ適正な研磨状態に達したものと判定する。

【0035】

ところで、最大値 H_{1max} に達したか否かは、エントロピ H_1 の値が最大値よりも小さくなったときに初めて解る。そこで、上記の判定基準 (C1), (C2) の判定方法の代わりに、次の判定基準 (C3), (C4) を採用することが可能である。

【0036】

(C3) エントロピ H_1 (または H_2) が所定のしきい値に達した時点から所定の時間 Δt_1 だけ経過した後に、適正な研磨状態に達するものと判定する。

(C4) エントロピ H_1 (または H_2) が所定のしきい値に達した時点でほぼ適正な研磨状態に達したものと判定する。

【0037】

なお、エントロピ H_1 , H_2 に関する所定のしきい値や経過時間 Δt_1 は、実際の判定対象となるウェハと同じ薄膜パターンを有するテスト用ウェハを用いた研磨実験を行うことによって決定することが可能である。

【0038】

上述のようないずれかの判定基準に従えば、グレー画像の解析で得られたエントロピ H_1 または H_2 を用いて適正な研磨終点を精度良く容易に検出することが可能である。

【0039】

また、エントロピ H_1 , H_2 の代わりに、次の (3a) ~ (3d) 式のいずれかで与えられる差分統計量 $F_1 \sim F_4$ を用いることも可能である。

【0040】

【数 3】

$$F1 = \sum_{i=0}^{254} i^2 P(i) \quad \dots(3a)$$

$$F2 = \sum_{i=0}^{254} P(i)^2 \quad \dots(3b)$$

$$F3 = - \sum_{i=0}^{254} P(i) \times \ln P(i) \quad \dots(3c)$$

$$F4 = \sum_{i=0}^{254} iP(i) \quad \dots(3d)$$

【0041】

図6は、グレー画像の差分統計量の計算に使用されるヒストグラム $G(i)$ ， $P(i)$ の計算方法を示す説明図である。ヒストグラム $G(i)$ は、所定の変位量 (NX, NY) だけ離れた2つの画素の画素値 D の差の絶対値が i である確率を意味している。また、上記(3a)～(3d)式で用いられている変数 $P(i)$ は、 $P(i) = G(i+1)$ で与えられるヒストグラムである。変位量 (NX, NY) としては任意の値を使用可能であるが、本実施例では $(1, 1)$ ， $(1, 0)$ ， $(1, -1)$ ， $(0, -1)$ ， $(-1, -1)$ ， $(-1, 0)$ ， $(-1, 1)$ ， $(0, 1)$ の8方向について計算し、それらの平均値を用いている。

【0042】

上記(3a)式で与えられる第1の差分統計量 $F1$ は、画素値の差分 i の2乗にそのヒストグラム $P(i)$ を乗じた値の和であり、画素値の差分 i の分散に相当する。この第1の差分統計量 $F1$ を、以下では「差分統計量コントラスト」とも呼ぶ。

【0043】

上記(3b)式で与えられる第2の差分統計量 $F2$ は、画素値の差分 i のヒストグラム $P(i)$ の2乗和である。この第2の差分統計量 $F2$ を、以下では「差分統計量角度別2次モーメント」とも呼ぶ。

【0044】

上記(3c)式で与えられる第3の差分統計量 $F3$ は、ヒストグラム $P(i)$

のエントロピに相当する値である。この第3の差分統計量 F_3 を、「差分統計量エントロピ」とも呼ぶ。

【0045】

上記(3d)式で与えられる第4の差分統計量 F_4 は、画素値の差分 i の平均値に相当する値である。この第4の差分統計量 F_4 を、「差分統計量平均」とも呼ぶ。

【0046】

図7は、図5と同じ研磨実験における差分統計量コントラスト F_1 の時間変化を示すグラフである。差分統計量コントラスト F_1 は、時刻 t_0' において最小値 F_{1min} に達している。適正な研磨終点は、それから時間 Δt_2 だけ経過した後の時刻 t_1 である。

【0047】

差分統計量コントラスト F_1 を用いた場合には、上記判定基準(C1)～(C4)と同様な以下の判定基準(C1')～(C4')に従って適正な研磨状態を判定することが可能である。

【0048】

(C1') 差分統計量コントラスト F_1 が最小値に達した時点 t_0' から所定の時間 Δt_2 だけ経過した後に、適正な研磨状態に達するものと判定する。

(C2') 差分統計量コントラスト F_1 が最小値に達した時点でほぼ適正な研磨状態に達したものと判定する。

(C3') 差分統計量コントラスト F_1 が所定のしきい値に達した時点から所定の時間 Δt_1 だけ経過した後に、適正な研磨状態に達するものと判定する。

(C4') 差分統計量コントラスト F_1 が所定のしきい値に達した時点でほぼ適正な研磨状態に達したものと判定する。

【0049】

なお、差分統計量コントラスト F_1 の代わりに、上述した他の差分統計量 F_2 ～ F_4 を用いた場合も同様である。

【0050】

上述したように、本実施例によれば、グレー画像を解析することによってエン

トロピH1, H2や差分統計量F1~F4などの所定の画像特徴量を算出し、その値を用いて研磨終点を検出するので、比較的簡単な構成によって適正な研磨終点を正確に検出することが可能である。

【0051】

なお、上記実施例を利用して、ウェハの複数の検査対象箇所においてグレー画像を撮像し、複数の検査対象箇所における画像特徴量を用いて研磨終点を検出するようにすることも可能である。このようにすれば、例えば、複数の検査対象箇所における研磨状態から、研磨が不均一であるか否かを判定することができる。また、研磨が不均一な場合にも、特に重要な検査対象箇所について十分な研磨が行われるまで研磨を継続することも可能である。

【0052】

また、撮影部30に関しては、ウェハ回転に同期して画像を取り込むため、ストロボ照明を利用するか、あるいは、シャッター付きカメラで撮像することが好ましい。

【0053】

C. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0054】

C1. 変形例1：

上記実施例は、半導体ウェハの研磨工程に適用していたが、本発明は、半導体ウェハに限らず、液晶表示装置用ガラス基板や、フォトマスク用ガラス基板、光ディスク用基板などの種々の基板の研磨工程に適用することが可能である。また、本発明は、CMP以外の任意の種類の研磨工程に適用可能である。

【0055】

C2. 変形例2：

上記実施例では、2次元画像として多階調モノクロ画像を撮像していたが、この代わりに多階調カラー画像を撮像するようにしてもよい。この場合には、カラ

一画像からグレイ階調値を求めて画像特徴量を算出することができる。あるいは、カラー画像の各色成分毎に画像特徴量を算出し、それらの画像特徴量を用いて研磨終点を検出するようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

C 3 . 変形例 3 :

上記実施例ではエントロピ H_1 , H_2 や差分統計量 $F_1 \sim F_4$ を用いていたが、画像特徴量として 2 次元画像の特徴を表す他の値を使用することも可能である。但し、図 5 , 図 7 の結果からも理解できるように、画像のエントロピを実質的に表すエントロピ指標値や、画像の画素値同士の差分に関する統計量を実質的に表す差分統計量指標値を用いるようにすれば、研磨終点をかなり正確に検出することができるという利点がある。

【 0 0 5 7 】

C 4 . 変形例 4 :

上記実施例では、1 つの画像特徴量を利用して研磨終点を検出するものとしていたが、複数種類の異なる画像特徴量を利用して研磨終点を検出するようにしてもよい。複数種類の画像特徴量を利用すれば、より正確に研磨終点を検出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例としての研磨装置の構成を示す説明図。

【図 2】

本実施例における 2 段階の研磨工程を示す説明図。

【図 3】

実施例の処理手順を示すフローチャート。

【図 4】

研磨工程におけるウェハ断面とウェハ表面のグレイ画像の変化の様子を示す説明図。

【図 5】

研磨実験で得られたエントロピ H_1 , H_2 の時間変化を示すグラフ。

【図 6】

グレー画像の差分統計量の計算に使用されるヒストグラム $G(i)$, $P(i)$ の計算方法を示す説明図。

【図 7】

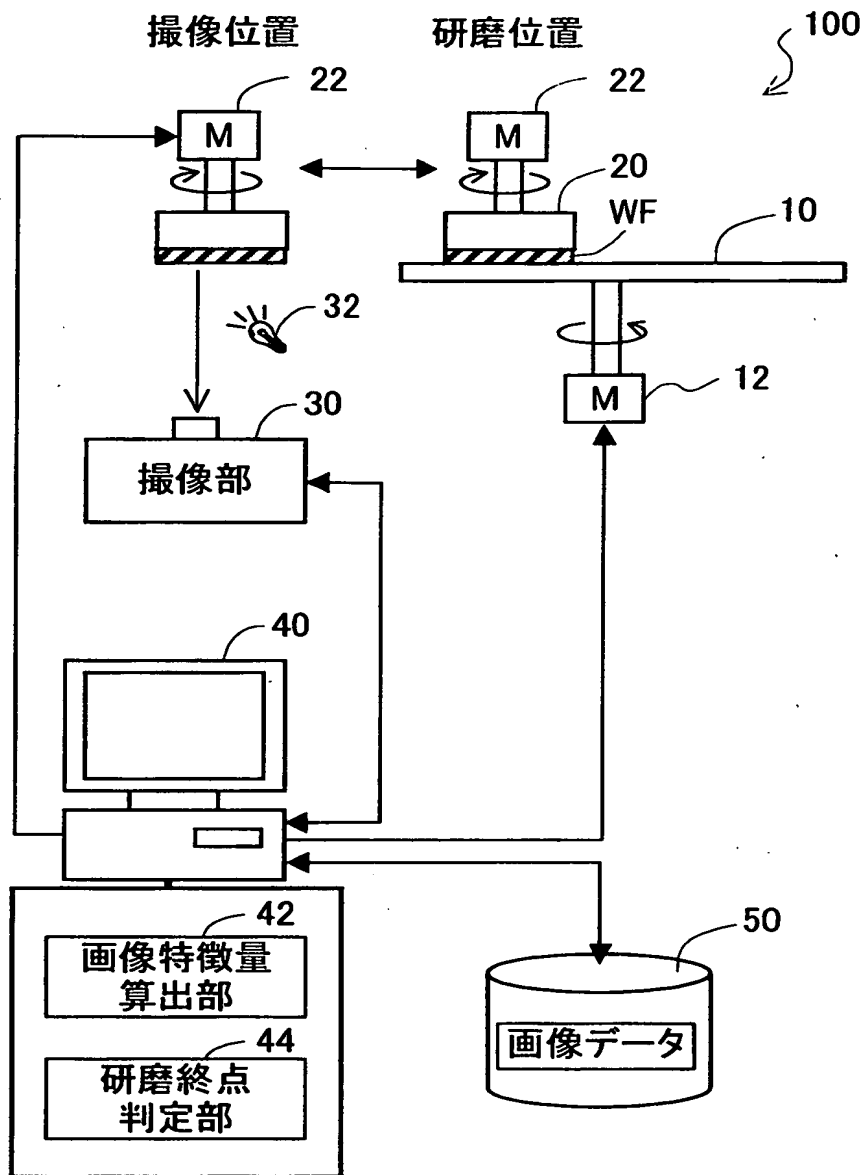
図 5 と同じ研磨実験における差分統計量コントラスト $F1$ の時間変化を示すグラフ。

【符号の説明】

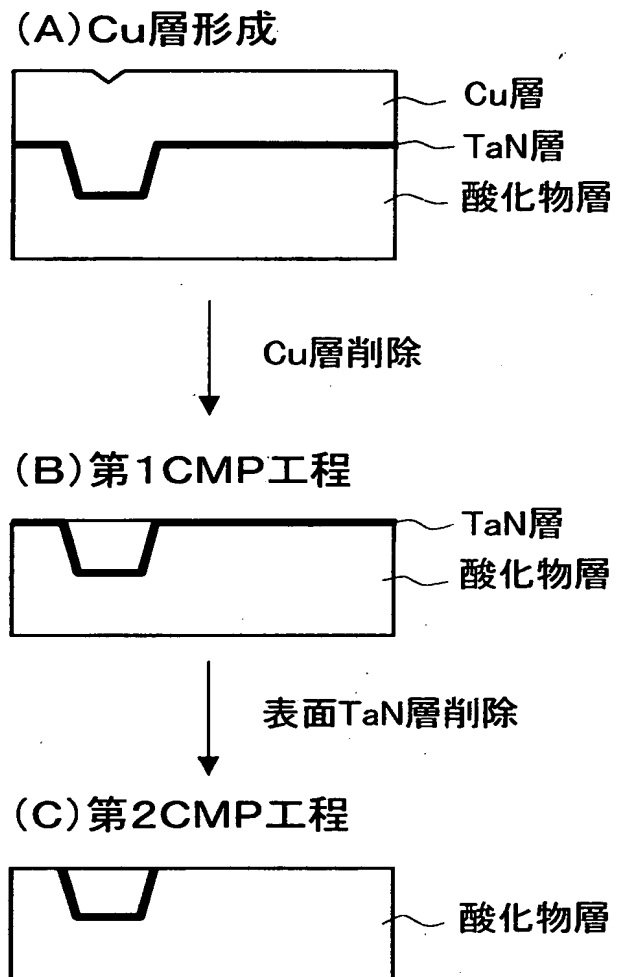
- 10 … 研磨パッド
- 12 … 第 1 のモータ
- 20 … ウェハ保持部
- 22 … 第 2 のモータ
- 30 … 撮像部
- 32 … 単色光源
- 40 … コンピュータ
- 42 … 画像特徴量算出部
- 44 … 研磨終点判定部
- 50 … 外部記憶装置
- 100 … 研磨装置

【書類名】 図面

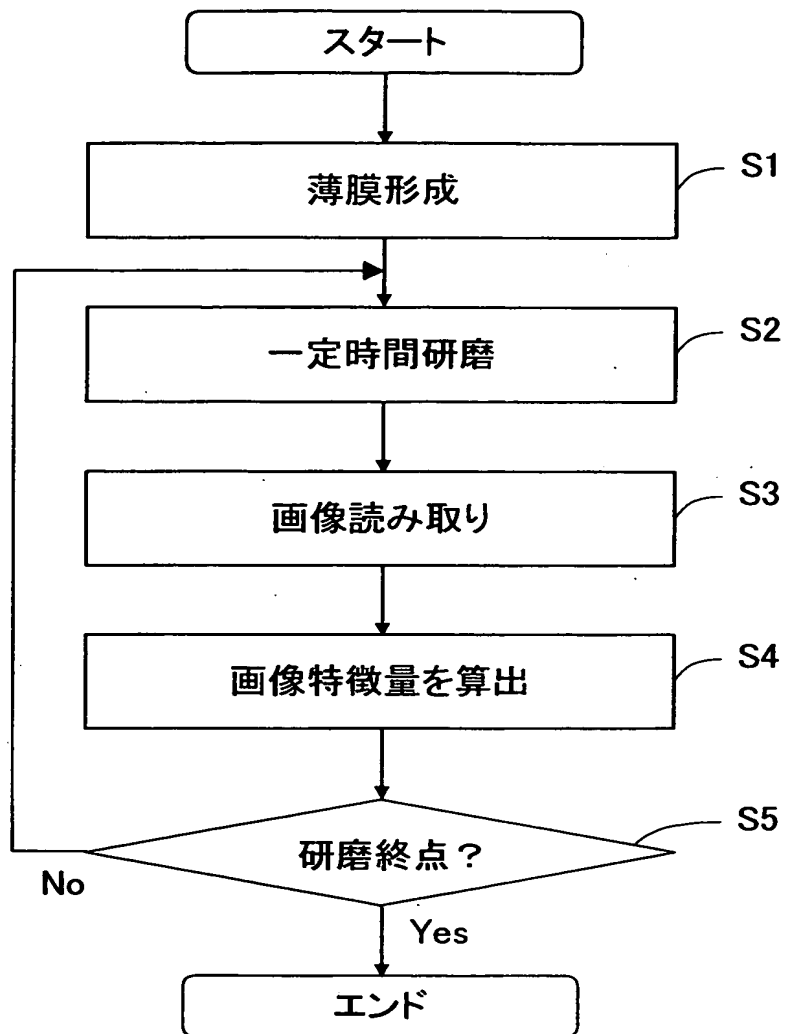
【図 1】



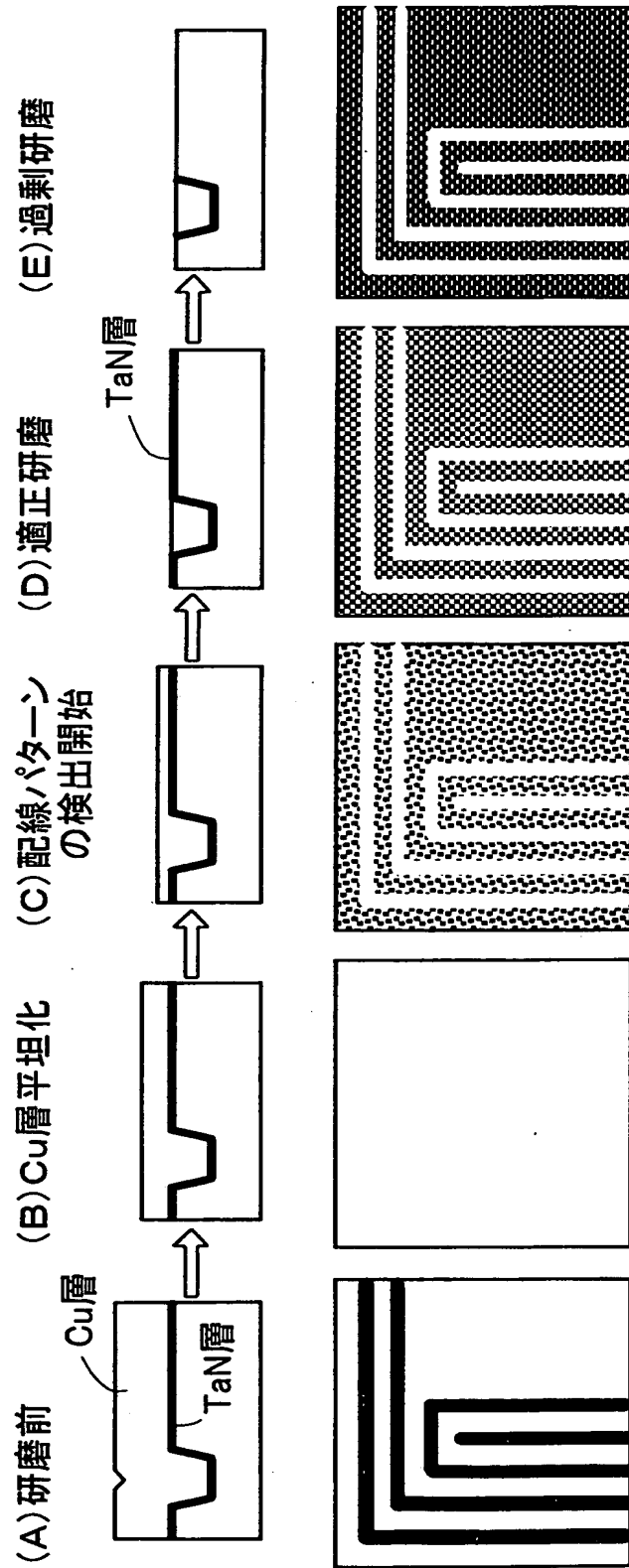
【図2】



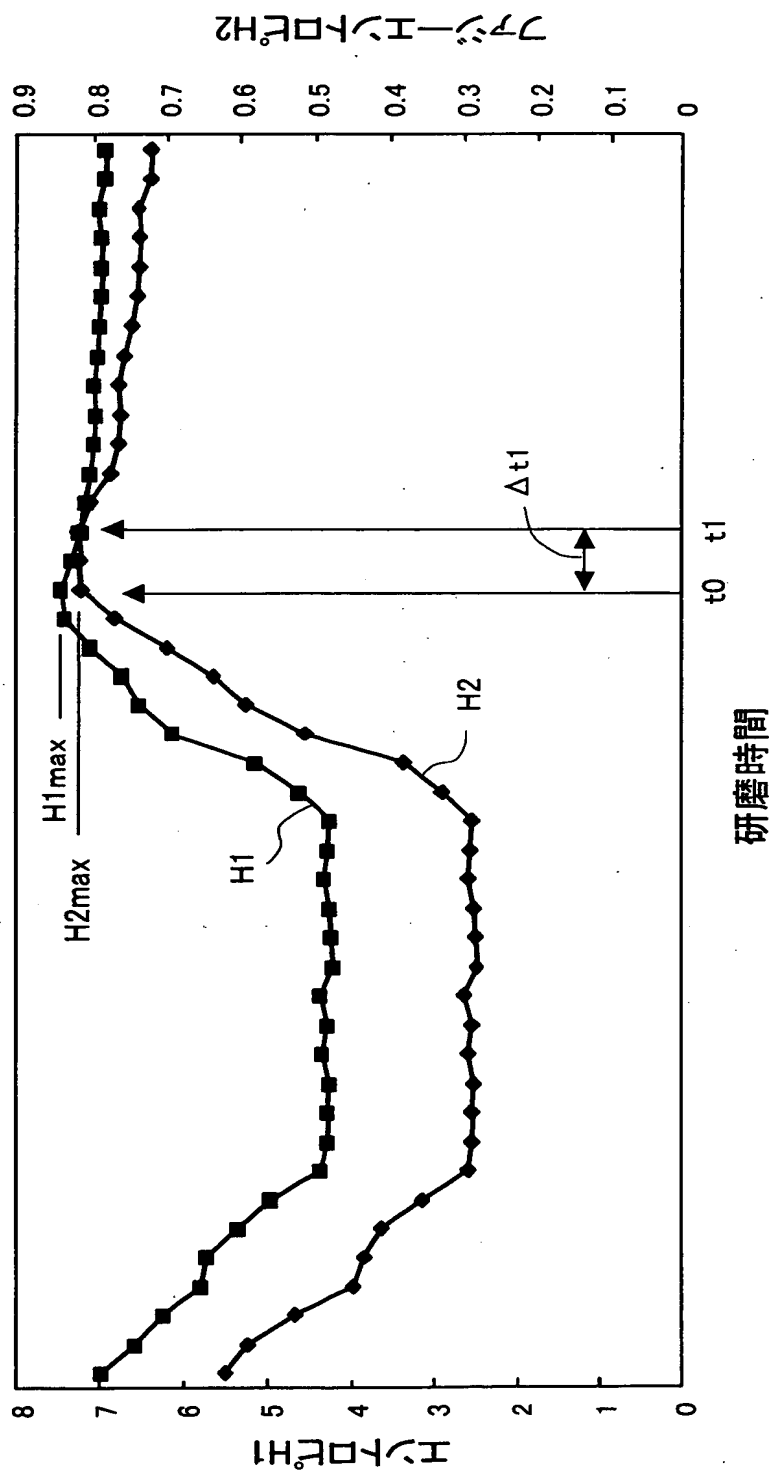
【図3】



【図4】

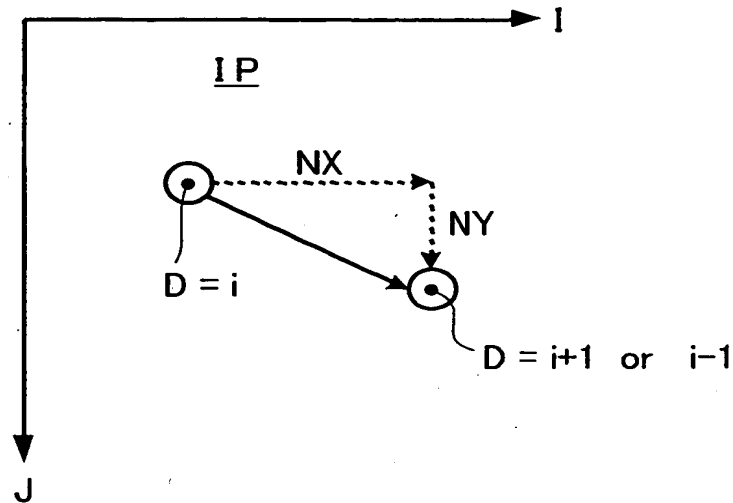


【図5】



【図6】

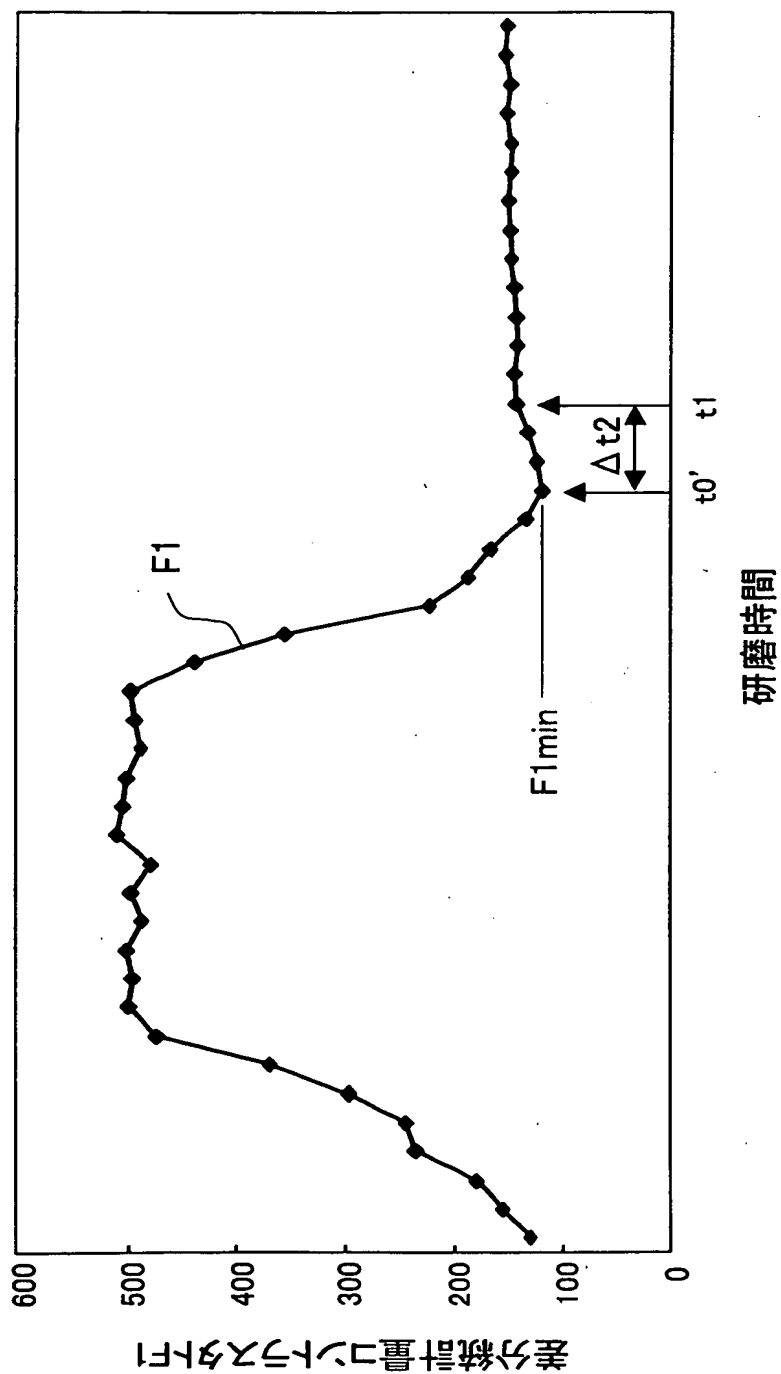
グレイ画像の差分統計量に用いる
ヒストグラム $G(i)$, $P(i)$ の計算方法



ヒストグラム $G(i)$:
変位 (NX, NY) だけ離れた2つの画素の
画素値 D の差の絶対値が i である確率

但し、 $P(i)=G(i+1)$

【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 摩擦力や光の反射率とは異なる原理を用いて研磨終点を検出すること
のできる技術を提供する。

【解決手段】 基板の研磨対象表面の2次元画像を取得し、その2次元画像を解析することによって、2次元画像のエントロピ H_1 、 H_2 を算出する。そして、このエントロピ H_1 、 H_2 を利用して基板の研磨終点を判定する。エントロピ H_1 、 H_2 の代わりに、画像の差分統計量のような他の画像特徴量を利用することもできる。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000207551]

1. 変更年月日 1990年 8月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
1

氏 名 大日本スクリーン製造株式会社